

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-299710

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

H01L 41/083
 C04B 35/49
 F02M 47/00
 F02M 51/00
 F02M 51/06
 F02M 61/20
 H01L 41/09
 H01L 41/187

(21)Application number : 2001-100379

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 30.03.2001

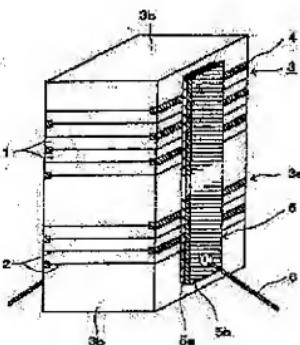
(72)Inventor : KAWAMOTO TOMOHIRO

(54) LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT AND INJECTION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated piezoelectric element, that can be manufactured by simultaneously baking internal electrodes and piezoelectric porcelain, has a large effective piezoelectric strain constant, and is superior in displacement characteristics, and to provide injection equipment.

SOLUTION: The laminated piezoelectric element is constituted, by alternately laminating a piezoelectric material and internal electrodes upon each other. The Ag content of each internal electrode is adjusted to ≥ 90 wt.% of the total weight of all metals contained in the electrode. In addition, the piezoelectric material is composed of a perovskite type composite oxide, containing Pb, Zr, and Ti as the main ingredients and part of the B site of the oxide is replaced with at least one kind selected from among W, Zn, Nb, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, and Yb.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP) (20) 公開特許公報 (A) (21)特許出願公開番号
特開2002-299710
(P2002-299710A)

(22)公開日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl. ²	類別記号	F I	テ-コ-ト ³ (参考)
H 01 L 41/063	C 04 B 35/49	A 3 G 6 6	
C 04 B 35/49		M 4 G 0 3 1	
		S	
F 02 M 47/00	F 02 M 47/00	C	
F 02 M 47/00	51/00	E	
			最終頁に続く
審査請求 未請求 請求項の数4	OL (全7頁)		

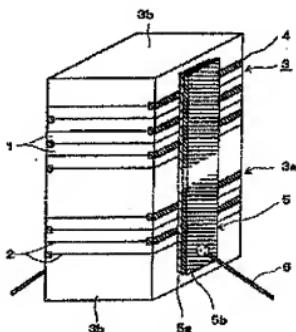
(21)出願番号 特願2001-100375(P2001-100375)	(71)出願人 000000633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地
(22)出願日 平成12年3月20日(2001.3.20)	(72)発明者 川元 裕裕 鹿児島県鹿児島市山下町1番4号 京セラ株式会社 式会社集合研究所 Pターム(参考)・30366 A002 B400 B401 CC006 CC007 CC008 CC114 CC51 CC641 CC17 CC03 CC00 CE12 CE27 4G031 A004 A005 A006 A007 A008 A011 A012 A014 A018 A020 A032 A039 B400 C403

(54)【発明の名稱】積層型圧電素子及び噴射装置

(57)【要約】

【課題】低溫で内部電極と圧電遮器を同時に焼成して作製でき、実効的な圧電歪形係数が大きく変位特性に優れた積層型圧電素子及び噴射装置を提供する。

【解決手段】圧電体と内部電極とを交互に積層してなる積層型圧電素子において、前記内部電極中の全金属に対するA g含有量が9.0重量%以上であるとともに、前記圧電体が、Pb, Zr及びTi₁を主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトの一部が、V₂O₅、ZnO、Nb₂O₅、Y₂O₃、Ho₂O₃、Tm₂O₃及びY₂H₆のうち少なくとも1種と置換されている。



特開2002-299710

2

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電体と内部電極とを交互に積層してなる積層型圧電素子において、前記内部電極中の金金属に対するA_g含有量が90重量%以上であるとともに、前記圧電体が、Pb、Zr及びTiを主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトの一郎が、Wと、Znと、Nbと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYbのうち少なくとも1種とで置換されていることを特徴とする構造型圧電素子。

【請求項2】ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトのZnとNbによる圧電係数が4~10モル%であることを特徴とする請求項1記載の構造型圧電素子。

【請求項3】圧電体が、一般式を、

Pb_{1-x}M_x(Yb_{1-y}W_y)_z(Zn_{1-z}Nb_z)_{1-z}(Zr_{1-t}Ti_t)_{1-t}O₃

と表したとき、前記x、y、z、tが、

0.01≤x≤0.45

0.04≤y≤0.10

0.48≤z≤0.50

0.03≤t≤0.08

Mは、Ca、Sr及びBaのうち少なくとも1種の陽イオンを含有することを特徴とする請求項1又は2記載の構造型圧電素子。

【請求項4】噴射孔を有する収納容器と、該収納容器内に収容された請求項1乃至3のうちいずれかに記載の構造型圧電素子と、該構造型圧電素子の駆動により前記噴射孔から液体を噴出させるバルブとを具備してなることを特徴とする噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、構造型圧電素子及び噴射装置に属し、特に、内部電極を有する同時焼成型の構造型圧電アキュエータ、圧電トランジ、インクジェット用プリンターヘッド等に適する構造型圧電素子及び噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来から、内部電極を有する同時焼成型の構造型圧電素子としては、構造型圧電アキュエータ、圧電トランジ、インクジェット用プリンターヘッド等が知られている。

【0003】同時焼成型の構造型圧電アキュエータは、セラミックグリーンシートと内部電極バッテーンを交互に積層し、同時に焼成し、これに外部電極を形成することによって作製され、圧電体が有する選択駆動効果を利用するものである。

【0004】内部電極の金属性分としては、A_g、Pd、Ptなどを含むものが使用されており、金属性分の比率は、融点の低いA_gにPdやPtなどの貴金属を導入し、同時焼成時に内部電極が溶融する温度を高め目に

シフトさせ、該溶による電極の形成不良を回避できるよう設定されている。

【0005】通常、同時焼成型の構造型圧電アキュエータでは、圧電器の焼結温度に合わせ、同時焼成の温度は1100°C以上となっている。そのため、内部電極を形成する金属性分中のA_g含有率は、電極の形成不良が発生しないよう70重量%以下のものが使用されている。コスト低減の観点から、A_gの比率は大きい方が有利であることから、特開平11-217263号公報では、1000°C以下の低温で焼成可能で、製造コストを低減できる圧電器材料が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平11-217263号などに示される圧電材料では、変位の目安となる圧電歪定数d₃₁として400pm/V未満の値が記載されており、共軸・反共軸法により求めた圧電歪定数d₃₁が小さく、従って発生する変位量が小さいという問題があった。

【0007】また、圧電器を構成した構造型圧電アキュエータの変位量は、通常、圧電セラミック層の積層数と圧電歪定数d₃₁および圧電セラミック層で表されるが、圧電歪定数d₃₁は、大きな電極依存性を有するため、通常の共軸法・反共軸法よりも圧電歪定数では、高い電圧を印加して変位させる構造型圧電アキュエータの変位の指標として用いるには不十分であり、高電界を印加した圧電器の歪み量を印加電界で割ることにより求めた実効的な圧電歪定数を変位の指標として用いた方が現実的である。

【0008】上記した特開平11-217263号などに示される低温で焼成可能な從来材料では実効的な圧電歪定数が小さく、大きな変位量が必要とされる用途では、所要の変位を確保するために多くの積層数を必要とし、コスト的に不利であった。

【0009】本発明は、低温で内部電極と圧電器を同時に焼成して作製できるとともに、実効的な圧電歪定数が大きく変位特性に優れた構造型圧電素子及び噴射装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の構造型圧電素子は、圧電体と内部電極とを交互に積層してなる構造型圧電素子において、前記内部電極中の金金属に対するA_g含有量が90重量%以上であるとともに、前記圧電体が、Pb、Zr及びTiを主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトの一郎が、Wと、Znと、Nbと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYbのうち少なくとも1種とで置換されていることを特徴とする。

【0011】本発明の構造型圧電素子では、圧電体が、Pb、Zr及びTiを主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のB

特開2002-299710

4

1と不活性体3bは、同一圧電セラミック材料から構成されますが、焼成時ににおける収縮量を小さくするという点から望ましい。活性体3aは、変位を発生させる部分であり、不活性体3bは、柱状構造体3を継続的に保持し、発生する力を外部へ伝達する機能を有する。

【0019】内部電極2は、同時焼成時には柱状構造体3の全ての側面に露出しているが、そのうち向する側面において、内部電極2端部を含む圧電体1の端部1層において構成され、試液にガラス、エボキシ樹脂、ボリマー樹脂、ポリアミド樹脂、シリコーンゴム等の絶縁体4が充填され、これにより、内部電極2の一方の端部が絶縁されている。

【0020】なお、絶縁体4は低ヤング率の材質、例えはシリコーンゴム等が好ましい。このように、内部電極2は互いに1層おきに絶縁され、絶縁されていない内部電極2の他の端面は、例えは、予め塗布しておいた導電性耐熱接着剤5aで導電性材料5bを密着させた状態で、導電性耐熱接着剤5aを加熱硬化させることにより外部電極5が形成されている。外部電極5の下側端部にはリード線6が取り付けられている。

【0021】活性体3aの圧電体1の厚みは0.05～0.25mm、内部電極2の厚みは0.003～0.01mm、不活性体3bの厚みは、それぞれ0.5～3.0mmとされ、圧電体1、内部電極2の焼成度数は、所望の特性を得るためにそれぞれ100～400層とされている。

【0022】さらに、内部電極2の端面放電を防止し、大きな電圧を印加するため、柱状構造体3の側面がシリコーンゴムなどの伸縮性をもつ絶縁物からなる被覆層(図示せず)で被覆されている。

【0023】内部電極2は、金属性に対するAg含有量が90重量%以上とされている。内部電極2は、Agと金属性(Pd、Ptなど)とからなり、これらの全金属性に対するAg量が90重量%以上、言い換れば、Pd、Ptなど金属性の含有量が10重量%以下とされている。このように貴金属量を低減できるため、低コスト化を図ることができる。低コスト化という点から、金属材料としてはAgのみがみからなることが望ましい。尚、内部電極2には、ガラスを含有していないても良い。

【0024】また、圧電体1は、Pb、Zr及びTi₁を主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトが、Wと、Znと、Nbと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYのうち少なくとも1種とて構成されていることが重要である。

【0025】即ち、圧電体を構成するペロブスカイト型複合酸化物のBサイトの一部をWと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYのうち少なくとも1種によつて置換することにより、実効的な圧電歪定数を大きくすることができる。

【0012】また、ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトのZnとNbによる置換量が合計4～10モル%であることが望ましい。これにより、焼成温度を1000℃以下とすることができる。金属性に対するAg含有量が90重量%以上である内部電極と、圧電体を同時焼成することができるとともに、特に優れた実効的な圧電歪定数を実現できる。

【0014】これにより、例えば、1000℃以下で内部電極と圧電体を同時に焼成することができ、内部電極中のAg含有量を大きくすることができます。高純度PtとPdの焼成度を低減でき、製品コストを低減した複屈型圧電素子を得ることができるとともに、複屈型圧電素子を構成する圧電振器の実効的な圧電歪定数が大きいことにより、安易に積層数を増加することなく、優れた変位特性を有する複屈型圧電素子を得ることができます。

【0015】本発明の噴射装置は、噴射孔を有する取付容器と、試収納容器内に収容される記憶型圧電電子子と、該記憶型圧電電子子の動作により前記噴射孔から液体を噴出させるバルブとを具備しておるものである。

【0016】上記したように、複屈型圧電電子子を低温で同時焼成して作製できるため、内部電極1におけるAg含有量を低減してコストを削減でき、また、変位特性に優れているため、低コストで噴射特性の優れた噴射装置を提供できる。

【0017】【発明の実施の形態】図1は本発明の複屈型圧電電子子である複屈型圧電アクチュエータの断面図を示すもので、この複屈型圧電アクチュエータは、複数の圧電体1と複数の内部電極2を交互に構成している活性体3aと、この活性体3aの両端面に形成された不活性体3bからなる柱状構造体3の対向する側面において、内部電極2の端部1層おきに絶縁体4を形成し、絶縁体4を形成していない内部電極2の端部を同一の外部電極5に接続して構成されている。

【0018】活性体3aと不活性体3bは同時に焼成され柱状構造体3が形成されており、活性体3aの圧電体

50gと、さらにZnと、Nbとで接続することにより、其効

的な圧延歪定数を大きく低下させることなく圧延体の焼成温度を低下させることができる。これにより、大きな実効圧延歪定数を有する圧電セラミックを1000°C以下の焼成温度で得ることができ、全金属に対するA₃含有量が9.0質量%以上である内部電極と、圧延体を同時に成形することができる。このとき、BサイトのZnとNbによる圧延歪の合計が4モル%よりも小さい場合には、最適焼成温度が高くなる傾向があり、1.0モル%よりも多い場合にはキュリー温度が大きく低下してしまう傾向があるため、BサイトのZnとNbによる圧延歪の合計は4モル%~1.0モル%であることが望ましい。

【0026】圧延体は、一般式を、P₀、M₀、(Yb₀、W₀)、(Zn₀、Nb₀)、(Zr₀、Ti₀)、...、O₀と表したとき、x、y、z₀が0.01≤x≤0.045、0.04≤y≤0.10、0.48≤z₀≤0.53、0.03≤z≤0.08、M₀は、Ca、Sr及びBaのうち少なくとも1種の陽子を満足することが望ましい。

【0027】一般式において、AサイトのCa、Sr及びBaのうち少なくとも1種による圧延歪を示すxは0.03~0.08としたのは、この範囲ならば、キュリー温度を高く維持でき、しかも実効的な圧延歪定数を大きくすることができるからである。一方、aが0.03よりも大きい場合には、実効的な圧延歪定数の向上効果が小さくなる傾向があり、0.08よりも大きい場合にキュリー温度が低下する傾向がある。aは、高いキュリー温度を維持し、実効的な圧延歪定数を大きくするという点から0.04~0.07であることが特に望ましい。

【0028】また、Aサイトの圧延歪、Ca、Sr、Baのうち、SrとBaの組合せが望ましい。

【0029】さらに、Bサイトの、Wと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYbのうち少なくとも1種による圧延歪を示すxは、0.1~0.45であることが望ましい。これにより、高いキュリー温度を維持し、実効的な圧延歪定数を大きくすることができる。圧延歪xが、0.1よりも小さい場合には焼成温度が高くなる傾向があり、また、0.04より圧延歪が多くなるキュリー温度が低下する傾向がある。

【0030】BサイトのY、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYbのうち少なくとも1種による圧延歪は、実効的な圧延歪定数の向上という点から、Y、Y₂が望ましく、特には、Ybが望ましい。

【0031】また、Bサイトの一部を(Zn₀、Nb₀)によって置換することにより焼成温度の低下に寄与するが、その焼成温度が0.04よりも小さい場合には、低焼成化の効果が小さく、一方、yが0.1よりも大きい場合には、キュリー温度の低下やすくなるため、yは、高いキュリー温度を維持しつつ焼成温度を低下させるという理由から、0.04~0.10であることが望ましい。

ことが望ましい。

【0032】本発明では、Bサイトの(Zn₀、Nb₀)と(R₁、W₁)による置換による相互作用により、焼成温度を大幅に低下させることができる。ここでRは地金元素である。

【0033】TiによるZrへの置換量を示すzは、0.48≤z≤0.53の範囲内に実効的な圧延歪定数が非常に大きくなる組成領域が存在する。zが0.48よりも小さい場合あるいは、0.53よりも大きい場合には、実効的な圧延歪定数が低下する傾向がある。

【0034】以上のように構成された時間焼成型の積層型圧電アクチュエータは、以下のプロセスにより製造される。先ず、原粉未として高純度のPbO、ZrO₂、TiO₂、ZnO、Nb₂O₅、WO₃、BaCO₃、SrCO₃、CaCO₃、およびYb₂O₃などの各原粉未を所定混合量し、ポールミル等で10~24時間湿式混合し、次いで、この混合物を洗水、乾燥した後、800~900°Cで1~3時間焼成し、当該焼成物を再びポールミル等で粒度分布がD₅₀で0.5±0.2μm、D₉₀で0.8μm未満となるように湿式粉碎する。

【0035】得られた粉砕粉料と有機高分子からなるバイオレーター、可塑剤とを混合したスラリーを作製し、スリップキャスティング法によりセラミックグリーンシートを作製する。

【0036】このグリーンシートの片面にA g/Ptの比率が所定比率である導電性ペーストをスクリーン印刷法により印刷する。この導電性ペーストを乾燥させた後、導電性ペーストが塗布された複数のグリーンシートを所定の枚数だけ積層し、この積層体の積層方向の両端部に、導電性ペーストが塗布されていないグリーンシートを固定する。

【0037】次に、この積層体を50~200°Cで加熱を行ながしながら加圧を行い、積層体を一体化する。一体化された積層体は所定の大きさに切断された後、400~800°Cで5~40時間、脱バインダが行われ、950~1000°Cで2~5時間で本焼成が行われ、アクチュエータ本体となる積層焼結体を得る。このアクチュエータ本体の側面には、内部電極の端部が露出している。

【0038】その後、該アクチュエータ本体の2つの側面において互い違いになるように、1層おきに深さ50~150μm、積層方向の幅50~100μmの溝を形成し、該溝にシリコーンゴム等の絶縁体を充填する。以上のように、内部電極は互い違いに1層おきに絶縁され、交叉に同一の外部電極に接続される。

【0039】この後、正極用外部電極、負極用外部電極にリード線を接続し、アクチュエータの外周面にディッピング等の方法により、シリコーンゴムを被覆した後、3kV/mmの分極電界を印加して分極処理することを経て、最終的な積層型圧電アクチュエータを得る。

特開2002-299710

8

(5)

7

【0040】なお、本発明の噴嘴型圧電アクチュエータは、四角柱、六角柱、円柱等、どのような柱体であっても構わないが、切断の容易性から四角柱が望ましい。

【0041】本発明の噴嘴型圧電素子を構成する圧電基板は、ペロブスカイト型結晶を主結晶相とするもので、異相は殆ど存在しないことが望ましい。また、A₂O、A₁O、Fe、S、Cl、Eu、K、P、Cu、Mg、Si等が不可避不純物として混入する場合もあるが、特性上問題ない。

【0042】また、本発明の噴嘴型圧電素子を構成する圧電基板におけるペロブスカイト型結晶相のAサイトとBサイトの原子数比(A/B比)は、1.0に固定されるものではなく、A/B比が0.8~1.0の範囲であれば特に問題の無い範囲である。

【0043】図2は、本発明の噴射装置を示すもので、図において符号31は吸収容器を示している。この吸収容器31の一端には噴射孔33が設けられ、また吸収容器31内には噴射孔33を開閉することができるニードルバルブ35が収容されている。

【0044】噴射孔33には燃料路37が通過可能に設けられ、この燃料路37は外部の燃料供給源に連結され、燃料路37に當時一定の高圧で燃料が供給されている。従って、ニードルバルブ35が噴射孔33を開閉すると、燃料路37に供給されている燃料が一定の高圧で内燃機関の吸気室に噴出されるよう形成されている。

【0045】また、ニードルバルブ35の上端部は直徑が大きくなっている、吸収容器31に形成されたシリンドラ33と燃焼可能なビストン41を有している。そして、吸収容器31内には、上記した圧電アクチュエータ43が収容されている。

【0046】このような噴射装置では、圧電アクチュエータ43が電圧を印加されて伸縮する、ビストン41が押され、ニードルバルブ35が噴射孔33を閉塞し、燃料の供給が停止される。また、電圧の印加が停止されると圧電アクチュエータ43が収縮し、ビストン41がビストン41を押し戻し、噴射孔33が燃料路37と連結して燃焼の噴射が行われるようになっている。

【0047】
【実施例】原料粉末として高純度のPbO、ZrO₂、TiO₂、ZnO、Nb₂O₅、WO₃、BaCO₃、SrCO₃、CaCO₃およびY₂O₃などの各原料粉末を、表1~4に示す組成となるように充填し、ボールミルで20時間混合した。次いで、この混合物を乾燥、乾燥後、850℃で3時間乾燥した。

【0048】得られた粉砕原料と、有機高分子からなるペイントー、可塑剤とを混合したスラリーを作製し、スリップキャスティング法により、厚み150μmのセラミックグリーンシートを作製した。

【0049】このグリーンシートの片面にAg-Ptを主成分とし、Ag/Pt比が表1~4に示す割合の導電性ペーストを、スクリーン印刷法により5μmの厚みに印刷し、導電性ペーストを乾燥させた後、導電性ペーストが乾燥された後数のグリーンシートを200枚積層し、この堆層体の導電方向の両端部に、導電性ペーストが塗布されていないグリーンシートを10枚積層した。

【0050】次に、この積層体を100℃で加熱を行いながら加圧を行い、堆層体を一体化し、12mm×12mmの大きさに切削した後、800℃で10時間の脱バインディングを行い、970~1000℃で2時間本焼成を行ないアクチュエータ本体となる堆層焼結体を得た。

【0051】その後、該アクチュエータ本体の2つの側面において、内部燃焼室部を含む圧電基板の該2側面において互い違いになるように、1mmを深さ100μm、堆層方向の幅50μmの溝を形成し、該溝に絶縁としてシリコーンゴムを充填した。

【0052】この後、絶縁されていない内部電極の他の端部に外部電極として熱硬化性導電塗料を帯状に形成し200℃の熱処理を行った。この後、正極用外部電極、負極用外部電極にリード線を接続し、アクチュエータの外周部にアッピングにより、シリコーンゴムを被覆した後、3kV/mmの表面電圧を印加し、アクチュエータ全周を分接電極して本発明の噴嘴型圧電アクチュエータを得た。

【0053】得られた噴嘴型圧電アクチュエータについて、着目形状状態の確認と実効的圧電歪定数および燃焼密度について評価を行った。実効的な圧電歪定数の評価は、断面台上に固定した信頼性試験に対し横幅方向に150kgfの予荷重を油圧ポンプにて加えた状態で、0~2000Vの電圧を印加し、その時の積層焼結体全長の変化量を測定し、印加電圧で割ることにより算出した。また、相対密度は95%以上を良好とし、Oを記載した。これらの結果を表1~4に記載した。

【0054】尚、表1で、組成式を、Pb_{0.8}Ba_{0.1}Si_{0.1}(R₂O₃W_{0.1})_{0.1}、(Zn_{0.8}Nb_{0.2})_{0.1}(Zr_{0.5}T_{0.5})_{0.1}O₃と固定し、希土類元素を変化させたときの相対密度、実効圧電歪定数を求め、記載した。

【0055】また、表2では、組成式を、Pb_{0.8}Ba_{0.1}(Yb_{0.1}W_{0.1})_{0.1}(Zn_{0.8}Nb_{0.2})_{0.1}(Zr_{0.5}T_{0.5})_{0.1}O₃と固定し、Xを変化させたときの相対密度、実効圧電歪定数、キュリー温度を求め、記載した。

【0056】さらに、表3では、組成式を、Pb_{0.8}Ba_{0.1}Si_{0.1}(Yb_{0.1}W_{0.1})_{0.1}(Zn_{0.8}Nb_{0.2})_{0.1}(Zr_{0.5}T_{0.5})_{0.1}O₃と固定し、Yの値を変化させたときの相対密度、実効圧電歪定数、キュリー温度を求め、記載した。

【0057】さらに、表4では、組成式を、Pb

(6)

特開2002-299710

10

$\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Ca}_y(\text{Yb}_{1-z}\text{W}_{z/2})_{1-z}$ (Zn_{1-x}Nb_{z/2})_{z/2} (Zr_{1-z}Ti_{z/2})_{z/2} O₃を固定し、
e, f, g, zを変化させたときの相対密度、実効電圧値 [表1]

$\text{Pb}_{1-x}\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ca}_{0.8}(\text{Yb}_{1-z}\text{W}_{z/2})_{1-z}(2\text{Nb}_{z/2})_{z/2}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.5}\text{O}_3$					
金属元素 R	A/P(比)	焼成温度 (°C)	相対密度	実効電圧値 $d_{\text{eff}}(\text{mV})$	キュリー温度 $T_c(\text{°C})$
1 Yb	90/10	1000	○	880	
2 Y	90/10	1000	○	875	
3 Dy	90/10	1000	○	860	
4 Ho	90/10	1000	○	860	
5 Er	90/10	1000	○	870	
6 Tm	90/10	1000	○	865	
7 Lu	90/10	1000	○	860	

[0059]

※ [表2]

$\text{Pb}_{1-x}\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ca}_{0.8}(\text{Yb}_{1-z}\text{W}_{z/2})_{1-z}(2\text{Nb}_{z/2})_{z/2}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.5}\text{O}_3$					
x	A/P(比)	焼成温度 (°C)	相対密度	実効電圧値 $d_{\text{eff}}(\text{mV})$	キュリー温度 $T_c(\text{°C})$
0.00	90/10	1000	×	—	—
0.01	90/10	1000	○	875	250
0.03	90/10	1000	○	885	220
0.05	95/5	970	○	900	225
0.05	95/5	970	○	890	240

*は未実験の結果を示す

[0060]

★ ★ [表3]

$\text{Pb}_{1-x}\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ca}_{0.8}(\text{Yb}_{1-z}\text{W}_{z/2})_{1-z}(2\text{Nb}_{z/2})_{z/2}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.5}\text{O}_3$					
y	A/P(比)	焼成温度 (°C)	相対密度	実効電圧値 $d_{\text{eff}}(\text{mV})$	キュリー温度 $T_c(\text{°C})$
0.02	90/10	1000	○	880	200
0.04	90/10	1000	○	875	205
0.06	90/10	1000	○	875	235
0.08	95/5	970	○	885	235
0.10	95/5	970	○	890	235
0.12	95/5	970	○	890	245

[0061]

★ ★ [表4]

$\text{Pb}_{1-x}\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ca}_{0.8}(\text{Yb}_{1-z}\text{W}_{z/2})_{1-z}(2\text{Nb}_{z/2})_{z/2}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.5}\text{O}_3$							
e	x	y	z	A/P(比)	焼成温度 (°C)	相対密度	実効電圧値 $d_{\text{eff}}(\text{mV})$
0.00	0.00	0.00	0.02	0.59	90/10	1000	○
0.01	0.00	0.00	0.04	0.49	90/10	1000	○
0.04	0.00	0.01	0.07	0.43	90/10	1000	○
0.07	0.00	0.01	0.10	0.47	90/10	1000	○
0.08	0.00	0.00	0.11	0.47	90/10	1000	○

[0062] 表1から、番号頃元素としてYb, Yを用いた場合に、圧電歪定数が最も高くなることが判る。また、表2から、(Yb_{1-z}W_{z/2})の置換量xが増加するにつれてキュリー温度が低下し、xが0のときには100°Cの焼成では相対密度が低く、焼結不良が発生する

ことが判る。

[0063] さらに、表3から、(Zn_{1-z}Nb_{z/2})の置換量yが増加するにつれ、圧電歪定数は増加していくが、キュリー温度が低下することが判る。また、表4から、AサイトのBa, Sr, Caによる置換量が増加す

(2)

特開2002-299710

12

るにつれて、圧電歪定数は増加していくが、キュリー温度が低下することが判る。

【0064】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、圧電体が、Pb、Zr及びTiを主成分とするペロブスカイト型複合酸化物であって、該ペロブスカイト型複合酸化物のBサイトが、Wと、Znと、Nbと、Y、Dy、Ho、Er、Tm、Lu及びYbのうち少なくとも1種とで置換されているため、低溫焼成だとともに、高効率な圧電歪定数を大きくできる。

【図面の省略等の説明】

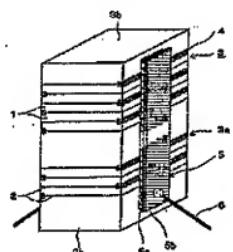
* 【図1】本発明の構造型圧電アクチュエータを示す斜視図である。

【図2】本発明の噴射装置の説明図である。

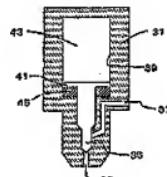
【符号の説明】

- 1 ... 圧電体
- 2 ... 内部電極
- 31 ... 噴射管
- 32 ... 噴射孔
- 35 ... パルプ
- 10 43 ... 圧電アクチュエータ
- * ...

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F 02 M 51/00
51/05
61/20
H 01 L 41/09
41/187

識別記号

F 1
F 02 M 51/06
61/20
H 01 L 41/08
41/18

5-72-4 (参考)

N

N

S

U

101 F